

# 福建柘荣马坑银矿地质特征及找矿方向

陈龙照, 黄仕浩, 苏树辉

(中国冶金地质总局第二地质勘查院, 福建 莆田 351111)

**摘要:** 福建省柘荣县马坑银矿产于上侏罗统一白垩统陆相酸性火山岩中, 矿体严格受断裂( $F_1, F_2$ )及其派生裂隙的控制。矿床发育绢云母化、硅化、黄铁矿化、黄铁绢英岩化、青磐岩化等中低温热液蚀变, 矿体地表呈密集细脉状, 深部为简单板状、透镜状。矿石矿物以自然银为主, 次为辉银矿, 含少量方铅矿、闪锌矿等。矿石工业类型为硫化矿, 矿床成因为受断裂构造控制的中低温浅成火山热液充填交代型银矿床。

**关键词:** 马坑银矿; 地质特征; 找矿方向; 福建省

**中图分类号:** P613; P618.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2012)01-0055-05

## 1 成矿地质背景

福建省柘荣县马坑银矿位于闽东火山断拗带的东部, 南靖—福安断陷带的东南部。区域构造活动强烈, 松溪—宁德 NW 向断裂和寿宁—连江 SN 向断裂构造在矿区附近与福安—南靖 NE 向深断裂交汇; 燕山期岩浆活动发育, 分布有大面积的晚侏罗世—早白垩世火山岩—火山碎屑岩和中酸性侵入岩(图 1)。

区域出露地层以上侏罗统、下白垩统和第四系为主。主要的地层单位有: 上侏罗统一白垩统南园组( $J_3-K_1n$ ), 下白垩统小溪组( $K_1x$ )、寨下组( $K_1z$ )、黄坑组( $K_1h$ ), 第四系(Q)。

区域侵入岩明显受构造的控制。主要的侵入单元可分为: 晚侏罗世虹垂超单元( $J_3H\delta\sigma$ )、双峰超单元( $J_3S\gamma\delta$ ), 早白垩世钟腾超单元( $K_1Z\delta\eta\sigma, K_1Z\gamma\delta$ )、邑板超单元( $K_1Y\eta\gamma$ )、玛坑超单元( $K_1M\zeta\gamma$ )、洪山超单元( $K_1H\kappa\zeta\gamma$ ), 晚白垩世牌前超单元( $K_2S\gamma\pi$ )。此外尚见有各种脉岩出露, 主要有早白垩世次安山玢岩( $\alpha\mu K_1$ )、石英正长斑岩( $\xi\sigma\pi K_1$ )、二长斑岩( $\eta\pi K_1$ )及花岗岩脉( $\gamma$ )侵入。

区域构造主要表现为燕山中晚期大面积的挠曲

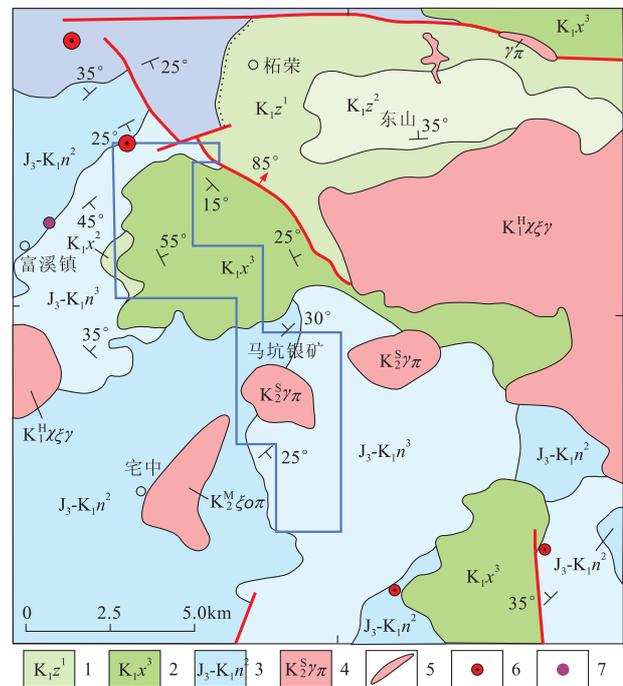


图 1 区域地质略图

Fig. 1 Regional geological map

1. 下白垩统寨下组上段沉积凝灰岩; 2. 下白垩统小溪组第三段流纹质晶屑熔结凝灰岩; 3. 上侏罗统一白垩统南园组第二段英安质晶屑熔结凝灰岩; 4. 晚白垩世石碑前花岗斑岩; 5. 花岗岩; 6. 银矿床(点); 7. 锰矿(点)

收稿日期: 2010-12-22; 改回日期: 2011-04-08; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 陈龙照(1968-), 男, 工程师, 学士, 1991年毕业于福州大学, 主要从事矿产地质勘查工作。通信地址: 福建省莆田市涵江区新涵大街 171 号, 中国冶金地质总局第二地质勘查院; 邮政编码: 351111; E-mail: chenlongzhao2008@163.com

构造和断褶变形,并伴有强烈的火山活动,形成一系列NE向、NW向断裂带,尤以NW向断裂带较为醒目,它控制着上侏罗统一下白垩统火山—沉积岩系及燕山期花岗岩的展布。

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

矿区内地层主要为下白垩统小溪组第三段( $K_1x^3$ ),为一套中—酸性火山岩夹沉积岩,不整合于南园组第二、三段火山岩之上。其岩性为灰绿、灰紫、灰白色流纹质(含角砾)晶屑熔结凝灰岩,(含岩屑、角砾、玻屑)晶屑凝灰岩,肉红色、灰白色钾长流纹岩,夹角砾凝灰岩、(豆状)凝灰岩、安山质含角砾凝灰岩、(凝灰质)泥岩、沉凝灰岩等。

### 2.2 构造

区内构造以断裂为主,主要有 $F_1, F_2$ 等断裂产出,均呈NNW向展布。

(1) $F_1$ 断裂:分布于矿区东部,断裂产状 $255^\circ \angle 77^\circ$ ,延伸大于5 000 m,为张扭性断裂,沿断裂岩石破碎,断裂带中常见黄铁绢英岩化、银矿化等,是矿区I号银矿体的主要控(含)矿断裂。

(2) $F_2$ 断裂:分布于矿区西部,断裂产状 $248^\circ \angle 67^\circ$ ,出露长度近1 000 m,为张扭性断裂,沿断裂岩石破碎,发育较强烈的硅化、黄铁矿、方解石化、叶蜡石化等蚀变,并伴有银、铅、锌矿化,是矿区II号、III号银矿体的主要控(含)矿断裂。

### 2.3 岩浆岩

矿区内侵入岩不甚发育,仅在矿区南部见有燕山晚期侵入的花岗斑岩( $\gamma\pi_5^{3d}$ ),呈岩瘤状产出,浅肉红色,斑状结构,块状构造,斑晶成分主要为钾长石、石英,基质为隐晶质(图2)。

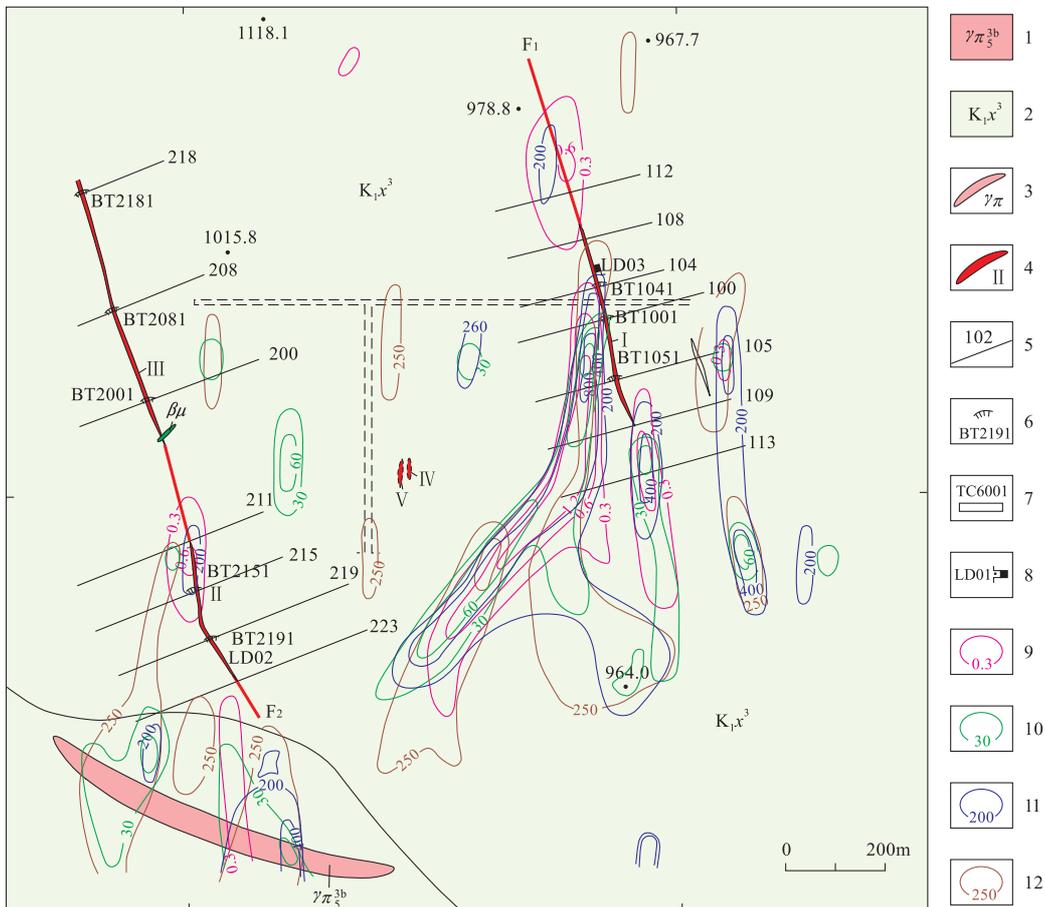


图2 柘荣县马坑银矿地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Makeng Ag deposit

1. 燕山晚期花岗岩;
2. 下白垩统小溪组第三段;
3. 花岗斑岩脉;
4. 多金属矿体及编号;
5. 勘探线编号;
6. 完工剥土及编号;
7. 完工探槽及编号;
8. 老硐及编号;
9. 银异常等值线( $10^{-6}$ );
10. 铜异常等值线( $10^{-6}$ );
11. 铅异常等值线( $10^{-6}$ );
12. 锌异常等值线( $10^{-6}$ )

### 2.4 围岩蚀变

矿区中围岩蚀变普遍发育,多属中、低温热液蚀变,主要有绢云母化、硅化、黄铁绢英岩化、青磐岩化和黄铁矿化,均与银矿化关系密切。

(1)绢云母化:是分布最为广泛的蚀变类型,岩石中的斜长石被绢云母交代,常与黄铁矿化、硅化相伴。

(2)硅化:是区内分布普遍、与银矿化关系最为密切的蚀变类型。在岩石中表现为交代原岩成微细粒石英,弱硅化时与绢云母、黄铁矿相伴,构成黄铁绢英岩化;强硅化时形成硅化石英岩(脉)。硅化作用常随热液活动的强弱而变化,在伴有金属硫化物的情况下有利于矿质的富集。

(3)黄铁绢英岩化:发育于  $F_1$  断裂中,岩石具鳞片状变晶结构,块状构造,主要由石英、绢云母、黄铁矿组成,伴随有银矿化。

(4)青磐岩化:见于  $F_1, F_2$  断裂中,呈条带状产出。岩石具片状、显微粒状变晶结构,块状构造,主要由方解石、绿帘石、绿泥石、叶蜡石组成,伴有铅锌矿化。

(5)黄铁矿化:是区内最为常见的硫化物,大致可分为 3 种产出形式:①粒状自形晶;②细粒浸染状;③细脉状。黄铁矿化与绢云母化、硅化组合构成黄铁绢英岩化。

## 3 矿体地质特征

通过勘查,矿区内共圈定银工业矿体 5 个,编号为 I 号、II 号、III 号、IV 号和 V 号。矿体多呈脉状,主要赋存于  $F_1, F_2$  断裂带及派生裂隙中,矿体特征见表 1。

(1) I 号矿体:呈脉状产出。地表控制长度 425 m,平均厚 7.58 m,推测深度 200 m,分布标高 670~810 m,矿体产状  $255^\circ \angle 77^\circ$ ,矿石平均品位  $w(\text{Ag})$

$=227.76 \times 10^{-6}$ 。矿体主要赋存在  $F_1$  断裂带的断层角砾岩中,角砾岩的角砾主要为黄铁绢云英岩、流纹质晶屑凝灰岩,少量为流纹质晶屑熔结凝灰岩。围岩为黄铁绢英岩、流纹质晶屑凝灰岩、流纹质晶屑熔结凝灰岩、钾长流纹岩等,平硐中矿体底板见到英安玢岩岩脉。

(2) II 号矿体:呈脉状产出。长度 200 m,平均厚 3.00 m,推测深度 100 m,分布标高 670~730 m,矿体产状  $248^\circ \angle 67^\circ$ ,矿石平均品位  $w(\text{Ag}) = 332.33 \times 10^{-6}$ 。赋矿岩石主要为流纹质晶屑凝灰熔岩,少量为流纹质晶屑熔结凝灰岩。围岩为流纹质晶屑凝灰熔岩、流纹质晶屑熔结凝灰岩、钾长流纹岩等。

(3) III 号矿体:见于 200 线—218 线间的地表,受  $F_2$  断裂的控制。呈脉状产出,长约 450 m,厚度 2.00 m,推测深度 100 m,分布标高 750~850 m,矿体产状  $250^\circ \angle 72^\circ$ ,矿石平均品位  $w(\text{Ag}) = 193.82 \times 10^{-6}$ 。赋矿岩石主要为流纹质晶屑凝灰熔岩,少量为流纹质晶屑熔结凝灰岩。围岩为流纹质晶屑凝灰熔岩。

(4) IV 号矿体:见于平硐 PD1 中,为隐伏矿体。受裂隙控制,呈脉状分布,推测长约 100 m,厚度 2.00 m,推测深度 50 m,分布标高 720~920 m,矿体产状  $270^\circ \angle 78^\circ$ ,矿石平均品位  $w(\text{Ag}) = 112.00 \times 10^{-6}$ 。赋矿岩石主要为流纹质晶屑凝灰熔岩。围岩为流纹质晶屑凝灰熔岩、钾长流纹岩。

(5) V 号矿体:见于平硐 PD1 中,为隐伏矿体。受裂隙控制,呈脉状分布,推测长约 100 m,厚度 5.50 m,推测深度 50 m,分布标高 720~920 m,矿体产状  $270^\circ \angle 78^\circ$ ,矿石平均品位  $w(\text{Ag}) = 106.82 \times 10^{-6}$ 。赋矿岩石主要为流纹质晶屑凝灰熔岩,围岩为流纹质晶屑凝灰熔岩、钾长流纹岩。

表 1 矿体基本特征一览表

Table 1 General features of ore bodies

矿体编号	规模/m			产状/ $^\circ$			品位 $w(\text{Ag})/10^{-6}$	赋存部位	控制工程
	长度	延深	平均厚度	走向	倾向	倾角			
I	425	200	7.58	165	255	77	227.76	$F_1$ 断裂带	BT1001, BT104, XS01 BT1071, BTPD1, PD3
II	200	100	3.00	158	248	67	332.33	$F_2$ 断裂带	BT2151, BT2191, PD2
III	450	50	2.00	160	250	76	193.82	$F_2$ 断裂带	BT2001, BT2081, BT2081
IV	100	50	2.00	180	270	78	112.00	裂隙	PD1
V	100	50	5.50	180	270	78	106.82	裂隙	PD1

### 3.1 矿石质量特征

(1) 矿石结构构造: 细粒状结构、交代及交代残余结构, 少量角砾状结构; 致密块状、细粒浸染状、细脉浸染状、条带状构造, 少量为斑点—团块状构造。

(2) 矿石矿物组成: 矿石矿物以自然银为主, 次为辉银矿, 含少量方铅矿、闪锌矿、镜铁矿、铅矾、黄铁矿; 脉石矿物为石英、长石、方解石、绢云母、叶腊石等。

(3) 矿石主要矿物特征。

自然银: 呈微粒状, 与方铅矿、闪锌矿同一阶段形成, 主要呈脉状, 以他形粒状充填在脉石矿物的裂隙、空洞中, 或与方铅矿、闪锌矿连生并呈短小的脉状充填在脉石矿物的裂隙中。

辉银矿: 铅灰色, 呈粒状、树枝状、致密块状、浸染状, 与自然银、方铅矿及含银硫化物共生。

方铅矿: 铅灰色, 局部呈脉状, 多呈粒状、浸染状散布在岩石中, 与闪锌矿共生, 一般为半自形, 粒径 0.02~0.10 mm, 呈脉状分布时聚晶可达 1 mm。

闪锌矿: 黑色, 局部呈脉状, 多为粒状、浸染状散布, 与方铅矿共生, 多为半自形, 粒径 0.02~0.05 mm, 呈脉状分布时聚晶可达 1 mm。

(4) 矿石化学组分: 矿石有用组分为 Ag, 伴生有益组分为 Pb, Zn。单样矿体品位  $w(\text{Ag}) = 89 \times 10^{-6} \sim 475 \times 10^{-6}$ , 单工程矿体品位  $w(\text{Ag}) = 140 \times 10^{-6} \sim 459.5 \times 10^{-6}$ 。

### 3.2 矿石类型

矿床的氧化带不发育, 除地表以混合矿石为主外, 均为原生硫化矿石。

(1) 矿石自然类型: 根据矿石矿物组合、有用组分及结构构造特征, 矿石自然类型有细脉浸染状银矿石、条带状银矿石、斑点—团块状银矿石、角砾状银矿石, 其中以细脉浸染状银矿石为主。

(2) 矿石工业类型: 根据氧化程度, 矿石的工业类型主要为硫化矿石, 占 95% 以上, 混合矿石 < 5%。

### 3.3 矿床成因探讨

(1) 成矿物质来源。矿床的成矿元素银与火山岩浆具有同源特点。来自下地壳基底中的银等金属物质在基底物质重熔—侵位的过程中, 导致火山岩建造中的成矿元素具有高背景值, 火山岩浆的期后热液又使火山岩中的成矿元素再次富集并沉淀形成矿体。

(2) 成矿热液来源。矿区成矿热液主要来自火山热液及大气降水。火山热液不仅是重要的成矿物

质运载介质, 而且在迁移的过程中不断从沿途火山地层中萃取 Ag, Pb, Zn 等成矿元素, 随着温度和压力的逐渐下降及 pH 值的变化, 成矿物质在容矿构造沉淀并不断富集成矿。

(3) 成矿温度。矿石矿物组合为自然银—辉银矿—方铅矿—闪锌矿—黄铁矿等, 主要形成于中低温条件下; 围岩蚀变主要有绢云母化、硅化、黄铁矿化、黄铁绢英岩化、青磐岩化等, 多属中低温热液蚀变。据此, 成矿温度应为 75~250℃, 属于中低温热液矿床<sup>[3]</sup>。

综上所述, 本矿床成因应属受断裂构造控制的中低温浅成火山热液充填交代型银矿床。

## 4 找矿标志及找矿方向

### 4.1 找矿标志

(1) 构造标志: 矿区内的  $F_1, F_2$  断裂是区内重要的找矿构造标志。

(2) 矿化标志: 矿化的黄铁绢英岩是最直接的找矿标志。

(3) 围岩蚀变标志: 硅化、黄铁矿化、绢云母化、方解石化、叶蜡石化等是区内寻找银矿体的重要围岩蚀变标志。

(4) 地球化学标志: 矿区 Ag, Cu, Pb, Zn 元素组合土壤地化异常, 伴生元素为 Mo, Au, Bi 等元素异常。异常内各元素具较好的浓度分带, 浓集中心突出, 异常强度高, 元素组合关系好, 是重要的地化找矿标志。

### 4.2 找矿方向

I 号矿体两端的构造延伸部位、II 号矿体的南部、I 号矿体与 II 号矿体之间、III 号矿体深部、II 号与 III 号矿体之间是找矿的有利地段。

(1) I 号矿体两端的构造延伸部位、II 号矿体南部及 I 号矿体与 II 号矿体之间。矿区银矿体与化探异常的关系密切, 上述几个部位均存在较大范围的 Ag, Cu, Pb, Zn 元素组合土壤地化异常, 且异常内各元素具较好的浓度分带, 浓集中心突出, 异常强度高, 元素组合关系好, 因此这几个地段找矿前景较佳。

(2) III 号矿体的深部。III 号矿体目前只采用地表剥土工程控制, 长度达 450 m, 根据矿体延深与矿体走向长度成正相关的规律, 预测在 III 号矿体的深部应存在较大的找矿空间。

(3) II号与III号矿体之间。本矿区的银矿体受断裂构造控制的特点明显,由此推断产于 $F_2$ 断裂中的II号与III号矿体应该属于同一矿化带,而目前II号与III号矿体之间还是探矿的空白区,在该区段布置探矿是可行的。

**致谢:**本文是在勘查项目《福建省柘荣县马坑银矿地质普查报告》基础之上编写而成,在编写过程中得到了晏建忠高级工程师的热心指导,在此深表感谢!

#### 参考文献:

- [1] 晏建忠,林金灯,陈龙照,等. 福建省柘荣县马坑银矿地质普查报告[R]. 莆田:中国冶金地质总局第二地质勘查院,2010.
- [2] 林国辉,侯海峰. 福建省周宁县桐岔矿段银多金属矿详查报告[R]. 莆田:中国冶金地质总局第二地质勘查院,2009.
- [3] 袁见齐,朱上庆,翟裕生. 矿床学[M]. 北京:地质出版社,1984.
- [4] 福建省地质矿产局. 福建省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [5] 福建省地质矿产勘查开发局. 福建省地质图说明书[M]. 福州:福建省地图出版社,1998.
- [6] 陈国达. 成矿构造研究法[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [7] 高群学,钱明. 内蒙古乌旗阿尔哈达银铅锌矿区地质、物化探特征及找矿意义[J]. 地质找矿论丛,2005,20(增刊):95-98.
- [8] 周辉能. 周宁芹溪银铅锌矿床地质特征与成因初探[J]. 福建地质,2005,24(1):19-23.
- [9] 方芳. 闽北香炉坪银金矿床地质特征与成因探讨[J]. 福建地质,2005,24(1):12-17.
- [10] 黄树峰,陈玉水. 闽中地区火山-热液金(银)矿床成矿系列及资源潜力[J]. 中国地质,2005,32(1):115-120.

## Geological characteristics of Makeng Ag deposit and the ore-searching directions in the mining district

CHEN Long-zhao, HUANG Shi-hao, SU Shu-hui

(The 2nd Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geological Bureau,  
Putian 351111, Fujian, China)

**Abstract:** Makeng Ag deposit in Zherong county, Fujian province occurs in continental acid volcanics of Upper Jurassic-Lower Cretaceous series and is controlled strictly by fault  $F_1$ ,  $F_2$  and the derivative fractures. In the deposit are developed medium-epithermal alterations, such as sericitization, silicification, pyritization, phyllic alteration and propylitization. At surface it is in closely spaced small veins and simple tabular body and lens to depth. Native silver is the main ore mineral then argenite and a few galena and sphalerite. Industrially the ore is of sulfidation type and genetically the deposit is the fracture-controlled medium-epithermal fluid filling and replacement silver deposit.

**Key Words:** Makeng Ag deposit; geological characteristics; the ore-searching direction; Fujian province